第 XX 卷 第 X 期
20XX 年 X 月
Vol. XX, No. X
Month, 20XX

基于公益事业的第二代数字货币原理分析

张靖博 吴博凡

摘要 区块链是随着比特币等数字加密货币的日益普及而逐渐兴起的一种全新的去中心化基础架构与分布式计算范式，目前已经引起政府部门、金融机构、科技企业和资本市场的高度重视与广泛关注。以比特币为代表的数字货币在获得巨大成功的同时，也具有许多缺陷并带来了一系列社会问题。本文提出了新的数字货币与非对称代币（NFT）发行模式，可以有效的弥补当前数字货币的缺陷并使其创造更大的社会价值。

关键词 NFT，数字货币，科斯定理，科斯谈判，交易成本，去中心化，帕累托最优，框架理论

引用格式 基于公益事业的第二代数字货币原理分析. 自动化学报, 20XX,XX(X): X—X

DOI 10.16383/j.aas.20xx.cxxxxxx

Analysis of the second generation digital currency based on public welfare undertakings

FIRST Zhang Jinbo

Abstract Block chain is a new de-centralized infrastructure and distributed computing paradigm that is rising with the increasing popularity of digitally encrypted currencies such as bitcoins. At present, it has attracted great attention and wide attention from government departments, financial institutions, technology enterprises and capital markets.While the digital currency represented by bitcoin has achieved great success, it also has many defects and has brought a series of social problems.This paper presents a new digital currency issuance mode, which can effectively make up for the shortcomings of the current digital currency and create greater social value.

Key words NFT, digital currency

Citation Preparation of Papers for Acta Automatica Sinica. *Acta Automatica Sinica*, 20XX, XX(X): X—X

1 引言

区块链是以比特币为代表的数字加密货币体系 的核心支撑技术。区块链技术的核心优势是去中心化，能够通过运用数据加密、时间戳、分布式共识和经济激励等手段，在节点无需互相信任的分布式系统中实现基于去中心化信用的点对点交易、协调与协作，从而为解决中心化机构普遍存在的高成本、低效率和数据存储不安全等问题提供了解决方案。[1]

以比特币，以太坊为代表的第一代数字货币在取得巨大成功的同时，也暴露了一系列缺陷并引发了各种社会问题。例如，数字货币往往存在着"奖励记账"的规则，但是用户往往花费了巨量的算力在"记账权的争夺"，而非记账本身。以 BTC 为例，各个节点（矿工）共同解决一个复杂的 SHA256 数学难题，最先解决难题的节点拥有该区块的记账权。这个过程每年带来了巨量的碳排放，电力消耗和显卡浪费，与我国节能减排，世界各国抑制气候变暖的目标背道而驰。[2]比特币等数字货币的应用场景局限于洗钱，黑市交易，贩毒，网络黑客勒索和投机炒作，甚至资助恐怖主义活动。[3][4]。数字货币币值不稳定，难以作为日常货币使用的同时引发了大量的炒作行为，韩国 30%以上国民持有比特币，且大多数以投机为目的，新发行的各种"空气币"，"归零币"俨然成为了新形式的赌场，甚至与传销，非法集资结合，带来重大社会问题。同时，虚拟货币影竞争了法币的铸币权，使得政府蒙受损失。[5]

虚拟货币的负外部性限制了其发展和应用，中国，韩国，俄罗斯首先在全国境内封禁虚拟货币，FaceBook 发行的虚拟货币 Libra 遭到美国政府叫停[6]。这促使我们改进

虚拟货币的技术与商业模式，寻找能够为社会创造福利的区块链技术使用场景，虚拟货币只有为社会带来正的效用，才能够更加蓬勃地发展。

公益与外部性的市场解决方案

外部性指市场结果影响到了除买者和卖者以外的其他方时产生的副作用。[6]如汽车排放尾气，环保组织治理污染。解决外部性导致的市场无效率一直是经济学中的一个重要问题。通常的做法是将外部性内部化，改变激励机制，使得人们在生产时考虑其对外部的影响，而这个过程往往需要政府的介入。如“庇古税”和补贴政策。1960 年 Ronald H. Coase 证明了在产权明确且交易成本很小的情况下，市场均衡可以实现实现资源配置的帕累托最优。[7]现实社会中较少见到外部性的市场配置，其原因是 Coase theorem 的两个前提条件往往不满足，要么产权不明确，要么交易成本非常大。

这启发我们，市场是可以自发解决外部性问题的，关键在于如何确保产权和如何降低交易成本。

政府往往通过行政指令的方式来调控外部性，但是这种行政指令往往扭曲了公共服务的真实需求量。

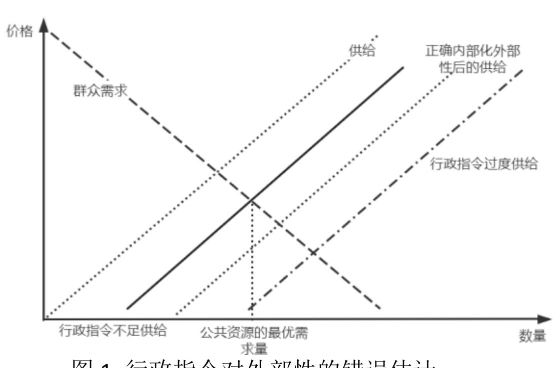


图 1 行政指令对外部性的错误估计

Fig.1 Wrong estimation of externality of administrative instructions

图 1 说明了两种行政指令在外部性的内部化过程中出现的失误：过度供给与供给不足。过度供给指某些官员因为考核任务等原因而过多创造某种公共商品，远远大于公众需求从而造成浪费。一个典型的例子是，贵州省国家级贫困县独山县融资 400 亿建造的烂尾楼。



图 1 贵州省独山县水司楼

Fig.1 Shuishilou, Dushan County, Guizhou Province

供给不足的例子有：举报贪污，举报黑社会，举报商品质量不合格的企业，这些对社会非常有益的公共服务因为举报人得不到足够的奖赏并承担着人身安全危险，降低了举报人的积极性。以“胖哥俩肉蟹煲食品安全问题”为例，在长期生产劣质食物的过程中，所有的厨师和销售都没有举报违法企业的动力。这两种情况扭曲了公共服务的价格，给国家和民众带来了大量的福利损失，既不利于中国品牌走出国门，也使得群众不满。

另一种难以处理的外部性是代际间的外部性。现实生活中存在着大量对当代人有帮助而对未来的子孙有害的行为，比如：牺牲生物多样性来发展经济，倾倒核废水，大量碳排放导致的全球变暖等。这些行为的损失往往要到几十年后才会体现。[]称第 i 代人对第 j 代人产生的净外部性为 w_{ij}，那么第 n 代人受到的前代人对其造成的外部性 Wn 为

$$W_n = \sum_{j=2}^{n}\sum_{i=1}^{j-1} wij \qquad (i \geq 1,\ j \geq 2,\ n \geq 3)$$

显然，如果能够保证每一代所创造的 w_i 都大于 w_{i-1}，社会就处于“可持续发展”的状态；反正，社会将逐渐不能维持下去。[8]

传统情况下很难解决代际间的外部性，在这个问题下科斯法与庇古税皆有其局限性。[8]一种目前的解决方式是国家出资进行有益于后代的投资，由于受益者是全国公民的子孙，所以这种投资的反对并不强烈；然而对于投资者是某国而受益者是世界，或未来世界各国的情况，这种投资往往陷入重重阻挠：典型的例子就是控制气候变暖的国际公约。

公益组织部分地处理了外部性问题。在公益组织的工作领域，科斯谈判往往是

难以实现的，面对收取回报困难，交易成本巨大的公共服务，公益组织部分或整体地放弃了回报。公益组织除资金与影响力有限外，其活动领域也难以覆盖到形式多样的外部性场合。

同时，社会对个人公益行为也缺乏合理，有效，持续的奖励机制。大量的“碰瓷”，“扶老人被讹”，讹诈者纵使被发现，惩罚亦不严重，做公益者反而往往要承受财产损失。如扶老人被讹，为证清白自杀的“吴伟青案”，“南京彭宇案”严重影响了社会氛围和民众对公益的积极性。食品行业上，“胖哥俩肉蟹煲”，“三鹿奶粉”等等安全问题严重影响了我国食品品牌在民众中的信誉，并为我国品牌的世界化造成不利影响。

因此，我国急需一套统一，高效，市场化，反应民众意愿的处理机制，以弥补当前处理机制的不足。而“公益币”机制正是这样的一套外部性的市场化解决方案。

2 NFT 铸造理论

比特币等传统数字货币给我们带来了启发：货币的价值直接来源于人们对其价值的共同信念。货币可以由各种实物和实体背书，一个例子就是布雷顿森林体系里美元与黄金挂钩，此时美元的价值等同于黄金的价值(假设不考虑违约的风险）。而黄金本身的价值则来源于人们长期使用黄金为货币而积累的共识。比特币这类数字货币通过“挖矿”过程，消耗电力与显卡来为大家分配货币（同时也起到了鼓励记账的作用），这个“赋值”过程浪费了大量的社会资源。以比特币，以太坊为例的第一代数字货币的缺点启发我们研发第二代数字货币：让数字货币发行的“赋值”过程真正的创造巨大的社会价值和社会福利。

一种最简的公益纪念币模型是公益 NFT。NFT 是非同质化代币，即每个代币拥有独特且唯一的标识，两两不可互换，最小单位是 1 且不可分割，如加密猫，MEME 等应用。发行方进行公益活动，并将该项公益与独一无二的 NFT 绑定并出售。出售所得做为本次和未来公益活动的资金。

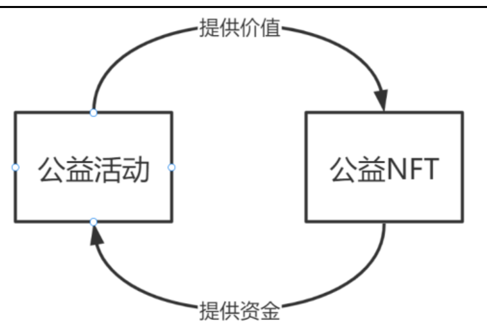


图 2 公益 NFT 系统的正反馈循环
Fig.2 Positive feedback loop of public welfare commemorative coin system

虽然难以通过 NFT 技术直接提升生产力，但是我们可以通过 NFT 技术影响人们购买习惯，从而间接提升社会福利。例如对宝石行业的改进：

据统计【(中国海关，华经产业研究院整理)】，2015-2020 年我国进口钻石约 3000 亿元人民币，相当于青海省全年的 GDP。仅 2020 年钻石一项中国净进口约 360 亿元(数据来源:中商产业研究院数据库)。由此得知，我国每年消耗大量外汇进口各类宝石。

同时，钻石作为石墨的同素异形体，其人工合成技术近年来取得了快速的进展[9]，因此，小型钻石长期的收藏价值受到挑战。

随着技术的发展，合成珠宝的光泽度与璀璨度也超越了钻石。以莫桑石（具有金刚石结构的 SiC 晶体）为例，其火彩色散度是钻石的 2.5 倍，这使得高端仿钻往往比真钻石更加璀璨耀眼。但是因其并不稀有，市场价值长期得不到认可。

绝大部分的钻石在消费者购买完毕后都会经历大幅度的贬值。二手钻石回收价格一般折价 80%到 50%，消费者，尤其是男性购买者，迫切需要高保值增值能力的，价格合理的钻石。

因此，我们需要创建新一代的宝石体系来解决这一系列问题。我们在这里提出另一种 NFT 模型，取名为“星辰钻”，其理论如下：

我们用 Marvin Lee Minsky 提出的框架理论研究钻石与红宝石的价值逻辑。[10] Minsky 认为，人们在日常的认识活动中使用了大量从以前经验中获取并经过整理的知识。这种知识往往以框架（Frame）的形式储存在大脑里，当人们面临新的情况，或者对问题的

看法有重要变化时，总是从自己的记忆中找出一个合适的框架，然后根据实际情况对它的细节加以修改、补充，使得人类可以利用从过去经验中获取的概念来解释其观察到的新数据。

宝石所需要的条件有瑰丽性，耐久性，稀有性与可鉴别性(如果完全无法鉴别真假宝石，那么稀有性也就会失效)[11],其主要用途为社交用途和收藏用途。我们用一个例子来证明宝石的本质是这些属性和方法的聚集。

假设某公司生产了一盒水晶皮的月饼，该月饼虽然晶莹剔透，但极其坚硬，水火不侵，因此不适合食用。这盒月饼因为某种原因被送到了荒岛。在荒岛上的部落获得了这盒物品，此时这盒物品稀缺，坚硬，瑰丽，拥有它的人可以向他人展示炫耀，又具有收藏价值。于是荒岛上的部落将其作为了代代相传的宝石。

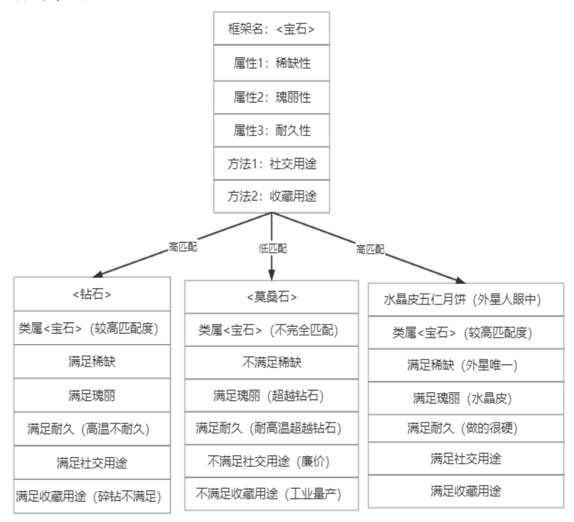


图 3 由框架理论描述的宝石模型

Fig.3 GEM model described by frame theory

以宝石为例，相比于认为宝石是其物理本质的体现，宝石更加类似于其三种属性（稀有，瑰丽，耐久）和两种方法（社交，收藏）的集合，人类更容易将一类矿石优先匹配到“宝石”这个思维框架下。因此，通过其它具有不同本质对象的有序组合，并尽量诱导公众将其匹配到宝石框架下，我们就能完成“在逻辑上铸造宝石”这项任务。

宝石的社交属性包含着一个群体共同承认的社交价值。不同群体拥有着不完全相同的框架和框架之间的优先度关系。比如，哪怕水晶皮月饼具有宝石的属性（比如稀缺，瑰丽等），但是因为人们优先将其匹配到了“月饼”框架之下，导致其丧失了“社交”方法。纵然稀缺的水晶皮月饼具有收藏价值，人们仍旧无法将其作为宝石使用。

某物在一系列框架下的匹配优先级可以表示为一偏序集（F，≤(x)），其中 F 是框架的集合，≤(x)表示某物 x 的匹配过程所对应的偏序关系。这种匹配可以类比为有监督的分类问题：所有的框架可视为一个 one-hot 向量，人脑作为分类器输出了某物属于各个框架的概率，并取其中最大概率的那个做为匹配的结果。如果人脑在过去的经验中不包含用于匹配该事物的最优框架，那么匹配所得的框架也可能与事实大相径庭。下面用一个例子来描述这种匹配错误：

船货崇拜[12]指某些原住民中将外来的先进科技物品当作神祇崇拜的宗教形式。第二次世界大战太平洋战争时，美军于塔纳岛建立一临时基地。当时岛上的原住民看见美军于“大铁船”（军舰）内出来，皆觉得十分惊讶；他们也看到，有一些“大铁鸟”（军用飞机）运送穿着美军军服的人及许多物资。这些原住民看见这种情况均感到很惊讶，并觉得这些“大铁船”及“大铁鸟”十分厉害。加上美军也提供部分物资给原住民，而这些物资对原住民来说十分有用，结果这些原住民将美军当作神。

我们可以用框架匹配的理论来解释船货崇拜问题。塔那岛上的美军大部分也有宗教信仰，但是只有原住民错误地将军用飞机理解为了神。美军的认识模型中包含着飞机框架和神框架，而原住民的认识模型中仅仅包含神框架。这时飞机的属性和方法在很大程度上匹配到了神框架上：飞机/神在天上飞，飞机/神用怒火惩罚不敬它的生灵（战斗机的机枪，Sodom 城），飞机/神用物资奖励子民。这个时候飞机被塔那岛的原著民匹配到了神框架下，并被长期崇拜。

这种认识事物的方法类似于动态类型中的鸭子类型（duck typing），即一个对象有效的语义，不是由继承自特定的类或实现特定的接口，而是由当前方法和属性的集合决定。

我们将 NFT 理解为一种粘合属性和方法的胶水，希望通过 NFT 将原有的框架属性按

照我们希望的方向进行解耦和重新组合，并引导客户和公众将其匹配到我们希望的框架中。

NFT 宝石是“三个世界”中宝石的整体。我们可以称其为“三位一体”。三个世界分别是物理世界，区块链世界和共识世界。以莫桑石为例。莫桑石缺乏“稀有性”属性和“社交用途”方法。我们以莫桑石作为 NFT 钻石在物理世界中的载体，通过不可拆分的方式将该莫桑石与唯一的 NFT 链接，并使其可以通过 app 等方式进行线下验证，从而保证其在进行社交用途时的可验证性。同时，NFT 与随其绑定的资产（比如理财，保险，不动产）链接，随着客户对 NFT 的买卖和赠送而转移这些资产的受益人。这些资产提供了 NFT 宝石的底价，而其增长力通过宣传，NFT 珠宝本身的增长性和唯一性来取得。

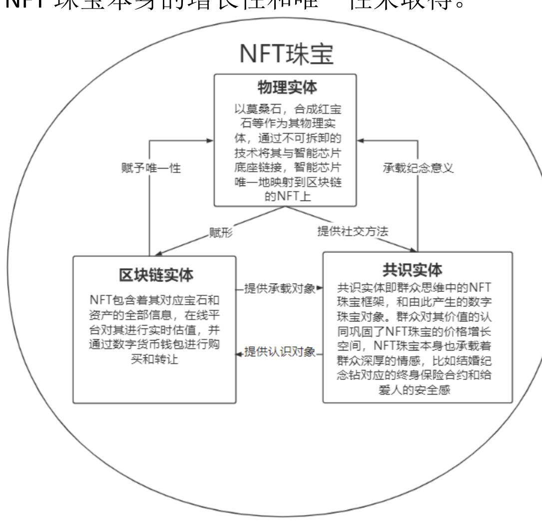


图 4 NFT 珠宝的“三位一体”模型

Fig.4 "Trinity" model of NFT jewelry

例如，女性经常反应自己在感情问题上缺乏安全感。通常男性赠送给女性的钻石其二手价格大约是原本的 20%到 40%。如果我们将 NFT 宝石绑定受益者为女方的终身保险，不动产，理财，或者奖励数量基于双方结婚持续时长的对赌协议，那么原本购买宝石的支出既实质性地转移给了婚后的家庭，又增加了女方的安全感。

综上所述，NFT 的实质是在人类共识中构建或匹配的框架。

3 公益纪念币模型

相比公益 NFT，我们提出了一种更加高效，系统的发行模式：公益币模式。公益币模式更加接近数字货币的发行模式，其不同之处在于增加了反映群众共识的公益社区做为其决策核心。

货币的价值直接取决于使用者对其的认同，其发行过程向公众收取了“铸币税”。我们提出，让公益组织发行数字货币，并在有限度的范围内逐年增加该种数字货币的发行量。由公益组织的公益事业为数字货币赋予群众认同，从而为公益币的持有者提供利益激励。

在有限的新发公益币资源的情况下，公益组织为了最大化的提升其影响力，通过民主投票的将影响力最大的项目排为最优先事项，这个过程自动完成了公益事业的定价，以弥补行政指令对公共服务价格的扭曲。

这个过程的实质是一种交易成本被大幅度降低的科斯谈判：公益活动的组织者不再要求其受益者与之签订一对一的合同并保证合同的执行，所有的受益者和旁观者只要“认可公益组织所做事业的价值”，这个认同过程即为公益活动支付了成本。这个过程将交易成本大幅度降低到了接近零的程度。

面对国际和代际间的外部性，公益币更能体现其巨大的价值：如果我们认为未来的人会比现在的人更加明智，那么他们就更加愿意承认过去的组织在控制碳排放，人口合理增长，环境保护，科学研究等等方面所付出的贡献，进而肯定公益币的价值。这就形成了一个代代延伸的链条：上一代保护并提升下一代的生存环境，下一代承认下一代的贡献，并保护并提升下下代的生存环境，使得每一代人的生存环境都得到有效的保护。

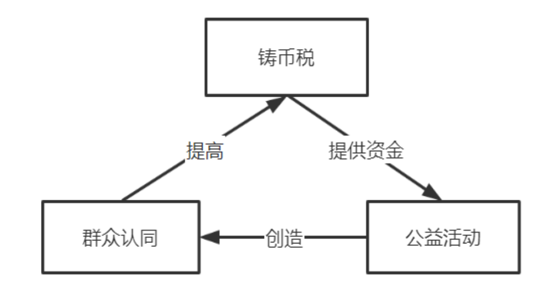


图 5 公益纪念币系统的正反馈循环
Fig.2 Positive feedback loop of public welfare commemorative coin system

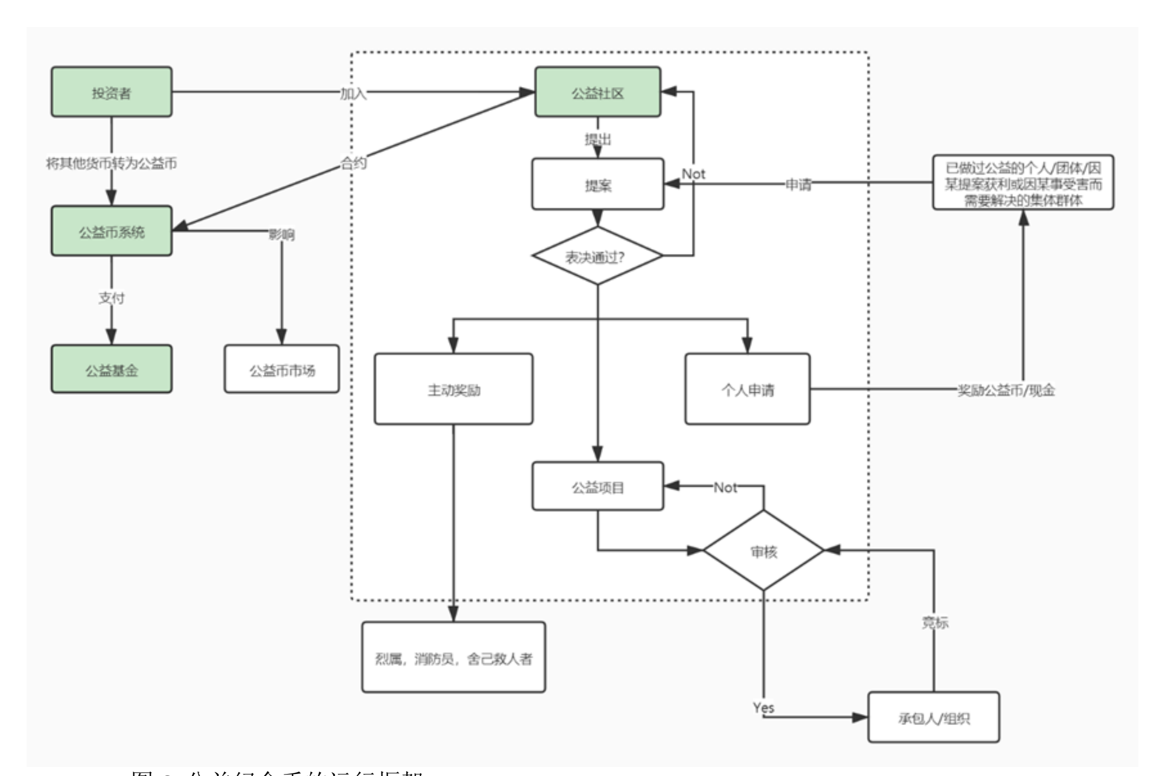


图 6 公益纪念币的运行框架
Fig.2 Operational framework of public welfare commemorative coins

公益币的发行有三个部分：第一，公益币存在着浮动的价格，任何人都可以将各国货币按照汇率和当时的公益币价格兑换成公益币。这被视为一个捐献过程。所有兑换所得由公益基金进行运作，公益基金由社会和全体公益币持有者所监督。公益基金的资助原则上应以使该国长期收益和对他人收益最大化为目标。公益基金的所有工作应当视为用于提高公益币价值共识的工作。

第二，由全体公益币的持有者和支持公益币的公民组成社区。公益币社区提供各种提案，由全体进行公投。（也可以设为几个子社区进行公投来提高效率，最终将提案合并）实行提案者会收到一定数量的公益基金资助，社区根据公益基金资助的数量发行对应量的公益币。

另一种公益币的运行方式是一部分人直接捐款某一项目，公益币社区在这里作为代组织者。公益项目通过投票和赞助的方式竞争资源，这样就弥补了搭便车问题带来的公益项目的估价扭曲。

公益项目分几种：防止负外部性的：比如举报贪官，与违反法律的大企业做斗争(比如三鹿奶粉，三星爆炸手机，胖哥俩肉蟹煲等）。举报黑社会，贩毒，排污企业的；

第三，对于具有重大贡献的个体或组织，经核实后给予公益币资助并发行对应数量的公益币。比如革命烈属，缉毒警察，舍己救人者。

第四，对于促进有利国家政策的个人或者集体赠予公益币。包括促进人口数量与结构优化，促进社会公平与三次分配，获得重大科学突破的集体或个人

第五，进行有益于国家未来发展的投资，如量子计算，生物科技等。

2. 1 公益币的价格控制机制

为了促进公益币的传播，投资与发展，以创造更大的社会福利，新一代数字货币的持有者理应获得合理的收益，比如年化 10%

到 30%，作为其三种付出的报酬：推广公益币，法币通货膨涨与公益事业自然的成长收入。

公益币的价值相对比特币应更加平稳，注重其货币属性和长期投资品属性，力求提高社会对其的共同认可。

4 数字货币对未来社会造成的影响

数字货币在人类社会中第一次以极其低廉的成本，为具有各种共识的集体提供了影响外在世界的有效工具，无论该共识集体是中心化的还是去中心化的，且难以被政府彻底销毁。萨尔瓦多国将数字货币作为法定货币这一举动，就是这股时代浪潮中最先被人们看到的浪花。

由于单个个体所能接收的共识是有限的，而数字货币技术使得社会群体的共识本身能够以相对较低的成本转换为社会团体运营的资源，可以预见，具有不同共识的，各种形式的社会团体，如 LSBT，穆斯林，各种跨国公司，将会陆续通过发行自己的虚拟货币的方式来筹集资金，并以组织的行动来为虚拟货币赋值。支持该组织的人哪怕远在万里之外，也可以通过使用或交易该组织虚拟货币的方式为其所支持的组织赋值。继“现实空间”，“网络空间”后，“共识空间”将成为各国家，企业，中心化组织和去中心化组织激烈争夺的领域。

掌握货币发行权的跨国公司在一定程度上成为了“无领土国家”。Facebook 联合 Visa，Uber 等 30 多个公司创立的 Libra(天秤座)数字货币就是标志性的例子。同时掌握着铸币权和信贷权的超级网上银行可以在不承担对国民责任的情况下赚取大量利润，同时威胁到法币的信用。美国众议院虽然于 19 年 7 月叫停了 Facebook 的发币行动，但是难以改变世界范围内跨国巨头发行数字货币的大趋势。

站在另一个角度，由一种主权货币来充当世界货币会带来许多问题。一方面，世界货币的发行国享有向全世界征收铸币税的特权，这本身就是一种巨大的不公平。另一方面，这种特权也在反噬世界货币的发行国。Triffin 悖论指出[7]，由于各国都需要储备世界货币，因此这个世界货币的发行国就有义务向别国提供额外的货币供给，这就会导致该国长期的贸易赤字，最终经济将被削弱，进而危及这一世界货币的地位。美国现在面临的实际上就是这样的情况。

理想的世界货币，应该是一种单一的超国家货币[8]，这将是一种经济效率最高、政治争议最小、交易费用最低的方式。正如 Robert A. Mundell 所说“货币的最优数量，就像神的最优数量一样——是奇数，最好小于三”。[10]试想，一种在全世界发行的，将绝大部分铸币税花费在提高世界人民和未来人民生活福祉的世界货币，相比于主权货币，必然更加公平高效。

1978 年，Ned Block提出了 China Brain 实验，即“如果十亿中国人每人一个对讲机实时与其它人保持实时通讯，那么整个中国作为整体会不会产生独立意识？”[11][12]。China Brain 问题是一个更普遍的问题的特例，即是否可以在其它更大的意识集体中存在意识。

以算力论，由 14 亿人构成的神经网络包含了 10^{23} 至 10^{24} 个可塑性突触。[a]China Brain 这个系统没有产生较高级智能的原因不在于算力不足，而在于“对讲机”或“微信”作为一个通讯与合作协议性能和效率实在太过低下。数字货币技术给了个人足够的激励去参与组织工作，而部分或整体的去中心化则保证了组织的鲁棒性和民主性。这类组织有能力在不影响政权稳定性的前提下，深入到行政指令难以高效处理的领域，如同白细胞一般提高整个社会的运行效率和群众福利。

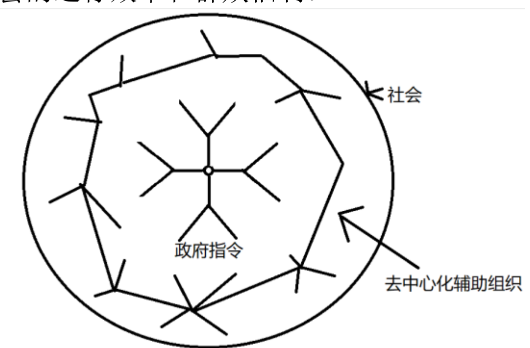


图 7 公益币系统对社会的辅助作用
Fig.7 The auxiliary function of public welfare currency system to society

如图所示，政府指令可以类比为中枢神经系统，而去中心化的辅助组织可以类比为细胞之间非神经的信息通信与合作机制。两类系统互相合作，互相影响，共同提升社会效率，提高人民幸福度。

References

1. 袁勇,王飞跃.区块链技术发展现状与展望[J].自动化学报,2016,42(04):481-494.
2. [1]薛腾飞. 区块链应用若干问题研究[D].北京邮电大学,2019.
3. [1]时延安,王熠珏.比特币洗钱犯罪的刑事治理[J].国家检察官学院报,2019,27(02):47-62.
4. [1]张伟伟,王万.暗网恐怖主义犯罪研究[J].中国人民公安大学学报(社会科学版),2016,32(04):13-18.
5. Eichengreen, Barry. From commodity to fiat and now to crypto: what does history tell us?. No. w25426. National Bureau of Economic Research, 2019.
6. Cornes, Richard, and Todd Sandler. The theory of externalities, public goods, and club goods. Cambridge University Press, 1996.
7. Coase R H. The problem of social cost[M]//Classic papers in natural resource economics. Palgrave Macmillan, London, 1960: 87-137.
8. [1]赵时亮,高海燕,谭琳.论代际外部性与可持续发展[J].南开学报,2003(04):41-47.
9. Balmer R S, Brandon J R, Clewes S L, et al. Chemical vapour deposition synthetic diamond: materials, technology and applications[J]. Journal of Physics: Condensed Matter, 2009, 21(36): 364221.
10. Minsky M. A framework for representing knowledge[M]. de Gruyter, 2019.
11. [1]张蓓莉. 系统宝石学[M]. 地质出版社, 2006.
12. Lindstrom, Lamont. Cargo cult: Strange stories of desire from Melanesia and beyond. University of Hawaii Press, 2019.
13. Cole D. The Chinese room argument[J]. 2004.
14. Block, Ned. "Troubles with functionalism." Readings in philosophy of psychology 1 (1980): 268-305.
15. Strukov D, Indiveri G, Grollier J, et al. Building brain-inspired computing[J]. Nature Communications, 2019 (10): 4838 (2019).
16. Smaghi L B. The Triffin dilemma revisited[C]//Speech at the Conference on the. 2011.
17. [1]周小川.关于改革国际货币体系的思考[J].中国金融,2009(07):8-9.
18. Smaghi L B. The Triffin dilemma revisited[C]//Speech at the Conference on the. 2011.
19. Mundell R A. A theory of optimum currency areas[J]. The American economic review, 1961, 51(4): 657-665.
20. Cole D. The Chinese room argument[J]. 2004.
21. Block, Ned. "Troubles with functionalism." Readings in philosophy of psychology 1 (1980): 268-305.

张靖博 北京林业大学信息学院 代表作《基于光照强度叠加的视错觉现象分析》
E-mail: Laplace_transform@163.com
吴博凡 北京航空航天大学 博士生
E-mail: BY1913022@buaa.edu.cn